·论著·

人工智能胸部疾病辅助诊断系统在基层医疗机构全科医生诊断中的实效性评估

方俊泽[1]，高怀婷[2*]，邢素霞[1]，王瑜[1]

1.100048 北京市，北京工商大学计算机与人工智能学院
2.100022 北京市，东城区东花市社区卫生服务中心全科医学科
*通信作者：高怀婷，副主任医师；E-mail：zslg2015@126.com

【摘要】 **背景** 在部分基层医疗机构中，由于放射科医生配备不足且无法保证全天候在岗，而全科医生对胸部影像的解读能力有限，影响了医疗机构服务质量与效率。**目的** 探讨人工智能胸部疾病辅助诊断系统在基层医疗机构中的应用效果，重点评估其在提升全科医生诊断效率、准确性及患者满意度方面的作用。**方法** 于2024年4月，在北京市东城区东花市社区卫生服务中心选取16名全科医生为研究对象，采用随机分组法，分为全科+AI组8名、对照组8名，同时纳入两组医生接诊的共100例需X光影像检查的呼吸系统疾病患者，每组各50例，全科+AI组采用胸部疾病辅助诊断系统（ADSC）识别X光影像，辅助全科医生做出疾病诊断，对照组按照常规流程诊治，记录两组医生所用时间进行对比，并将两组患者X光影像上传区域影像中心进行阅片审核，评估两组医生诊断准确性；对患者进行满意度调查，对两组医生进行ADSC使用体验评价。**结果** 两组医生的性别、年龄、学历、职称比较，差异无统计学意义（$P>0.05$），两组患者的性别、年龄比较，差异无统计学意义（$P>0.05$）。全科+AI组诊断所需时间明显短于对照组［（92.47±24.52）s vs（249.31±56.46）s，$P<0.001$］，诊断准确率高于对照组（96% vs 72%，$P=0.0027$），全科+AI组患者满意度明显高于对照组（98% vs 84%，$P=0.036$），两组医生ADSC使用体验评价，≥80%的全科医生认为其在使用便捷性（81.25%）、诊断决策（93.75%）、专业知识助益（87.50%）、应用可行性（87.50%）方面具有意义，93.75%的全科医生对系统使用感到满意，并愿意继续使用该系统。**结论** 人工智能胸部疾病辅助诊断系统显著提升了基层医疗机构全科医生的诊断效率、准确性和患者满意度，且大多数医生对ADSC的使用持积极态度。

【关键词】 胸部疾病；人工智能；全科医生；放射摄影术；X光影像；基层医疗机构；诊断，计算机辅助
【中图分类号】 R 56 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0423

The Effectiveness Evaluation of Artificial Intelligence Assisted Diagnosis System for Chest Diseases in the Diagnosis of General Practitioners in Primary Healthcare Institutions

FANG Junze[1]，*GAO Huaiting*[2*]，*XING Suxia*[1]，*WANG Yu*[1]
1. School of Computer and Artificial Intelligence，Beijng Technology and Business University，Beijng 100048，China
2. Department of General Practice，Beijing Community Health Service Center，Donghuashi street，Dongcheng District，Beijing 100022，China
**Corresponding author：GAO Huaiting，Associate chief physician；E-mail：zslg2015@126.com*

【Abstract】 **Background** In primary healthcare institutions，due to insufficient staffing of radiologists，it is impossible to ensure that they are on duty 24/7，and general practitioners have limited interpretation ability of chest images，which affects the quality and efficiency of medical services. **Objective** To explore the application effect of artificial intelligence assisted diagnosis system for chest diseases in primary healthcare institutions，with a focus on evaluating its role in improving the diagnostic efficiency，accuracy，and patient satisfaction of general practitioners. Method During the vacation period of radiologists in April 2024，16 general practitioners from Donghua Community Center were selected as the research subjects.

基金项目：国家自然科学基金项目（61671028）；北京市自然科学基金项目（KZ202110011015）
引用本文：方俊泽，高怀婷，邢素霞，等. 人工智能胸部疾病辅助诊断系统在基层医疗机构全科医生诊断中的实效性评估［J］. 中国全科医学，2025. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0423.［Epub ahead of print］［www.chinagp.net］
FANG J Z，GAO H T，XING S X，et al. The effectiveness evaluation of artificial intelligenceassisted diagnosis system for hest diseases in the diagnosis of general practitioners in primary healthcare institutions［J］. Chinese General Practice，2025.［Epub ahead of print］.

They were randomly divided into a general practitioner+AI group of 8 and a control group of 8. At the same time，a total of 100 respiratory system disease patients who required X-ray imaging examination were included in the two groups of doctors，with 50 patients in each group. The general practice+AI group uses the assisted diagnosis system for chest diseases（ADSC）to identify X-ray images and assist general practitioners in making disease diagnoses. The control group receives diagnosis and treatment according to routine procedures，records the time spent by the two groups of doctors for comparison，and uploads the X-ray images of the two groups of patients to the regional imaging center for review and evaluation of the diagnostic accuracy of the two groups of doctors；Conduct a satisfaction survey on patients and evaluate the ADSC usage experience of two groups of doctors. **Results** The gender，age，education，and professional title of the two groups of doctors were compared，and there was no statistically significant difference（$P>0.05$）. The gender and age of the two groups of patients were compared，and the difference was not statistically significant（$P>0.05$）. The time required for diagnosis in the general practice+AI group was significantly shorter than that in the control group［（92.47 ± 24.52）s vs（249.31 ± 56.46）s，$P<0.001$］，and the diagnostic accuracy was higher than that in the control group（96% vs 72%，$P=0.0027$）. The satisfaction of patients in the general practice+AI group was significantly higher than that in the control group（98% vs 84%，$P=0.036$）. In terms of user experience evaluation of ADSC， ≥ 80% of general practitioners believed that it was meaningful in terms of convenience（81.25%），diagnostic decision-making（93.75%），professional knowledge assistance（87.50%），and application feasibility（87.50%）. 93.75% of general practitioners were satisfied with the use of the system and willing to continue using it. **Conclusion** The artificial intelligence assisted diagnosis system for chest diseases has significantly improved the diagnostic efficiency，accuracy，and patient satisfaction of general practitioners in primary healthcare institutions，and most doctors hold a positive attitude towards the use of ADSC.

【Key words】 Thoracic diseases；Artificial intelligence；General practitioners；Radiography；X-ray images；Primary health care institutions；Diagnosis，Computer-assisted

当前，我国基层医疗机构面临专业技术人员欠缺、设施设备滞后、资金投入不足等问题[1]，影响了医疗服务的质量与效率。尤为突出的是，很多基层医疗机构在放射科、超声科等关键领域存在着医生数量不足的情况，甚至部分机构未配备相关专业医生，进一步加剧了基层医疗服务的压力，限制了服务能力的提升。以北京市东城区东花市社区卫生服务中心（简称社区中心）为例，该社区中心辖区覆盖 9 万多名常住居民，但其所配置的放射科医师和技师仅各有 1 名，并且还会因休假、培训等原因出现不在岗情况，造成社区中心放射科人员人手不足的困境。在医生因故不在岗期间，为保证检查质量，社区中心调整了放射检查流程：技师需先为患者拍摄 X 光影像，之后将影像上传至区域影像中心，由专业医师远程阅片并出具报告。该流程较繁琐，导致患者等待时间增长，加重了就医负担并造成了负面的就医体验，可能影响全科医生的诊疗效率和决策质量，降低医生间的沟通效率，严重时甚至可能干扰应急响应，导致病情贻误，危及患者生命。因此，寻求更高效的诊疗方式成为难题，而不断发展的 AI 技术为基层医疗机构提供了新的解决思路。

自从 1956 年 MCCARTHY 教授首次提出人工智能（AI）概念以来，计算机技术飞速发展，近年来深度学习作为 AI 的一个重要分支也随之得到广泛应用[2]。自 2015 年起，世界范围内掀起了一股“AI+ 医疗”的热潮，AI 在医学影像中的应用范围逐渐扩大，其应用从简单图像的识别起步，逐渐发展至能够进行复杂病变的检测、风险评估及诊断辅助。AI 技术能深度解析医学影像，精准提取关键特征，与海量数据库比对分析，实现诊断效率和准确性的有效提升[3-5]，而医生与研究人员间越发紧密的合作，也共同推动了 AI 与医学影像的结合向更深层次发展[6]。

尽管已有研究表明 AI 在医学影像诊断中有着巨大的潜力[7-8]，但在基层医疗机构中，由于资源条件、人员配置及患者需求等方面的独特性，如何有效应用 AI 技术，充分发挥其在辅助诊断、提升医疗服务质量方面的潜力，仍需通过严谨的实证研究进一步探索和验证。本研究旨在通过实证分析，深入探讨在基层医疗机构使用胸部疾病辅助诊断系统（ADSC）对胸部疾病诊断的应用效果，重点评估其在提升全科医生诊断效率、准确性以及患者满意度方面的实际效果，以期为 AI 技术在基层医疗机构的推广和应用提供有力支持。

1 研究方法

1.1 研究对象

将社区中心内符合下述纳排标准的全科医生（16 名）作为研究对象，并采用随机数字表法分为“全科 +AI 组”（8 名）及“对照组”（8 名）。纳入标准：（1）年龄≤ 50 岁；（2）能熟练使用电脑。排除标准：曾在上级医院放射科进修。同时将在研究期间社区中心接诊且符合下述纳排标准的呼吸系统疾病患者（100 例）通

过随机分组法划为“全科+AI组”（50例）及对照组（50例）。纳入标准：（1）在社区卫生服务中心全科门诊就诊的呼吸系统疾病患者；（2）经诊断需要进行X光影像检查。排除标准：（1）合并严重心脑血管疾病和/或脏器功能衰竭；（2）病情危重需立即抢救或转往上级医院；（3）患有精神疾病。纳入研究的全科医生、患者及家属均对本研究知情同意并自愿参加。

1.2 研究方法

1.2.1 ADSC：为了辅助全科医生进行胸部X光影像的诊断，本文基于pyside 2和QT Designer搭建了操作便捷的ADSC，该系统使用[9]中提出的基于记忆驱动的多模态医学影像报告自动生成方法（mMIRmd）作为模型。mMIRmd模型是基于深度学习的Transformer编解码器结构，在训练过程中，在编码器中提取患者的正侧位多视角影像的视觉特征和病史信息中的语义特征，在解码器中将上述多模态特征拼接融合并生成医学影像报告，同时在解码器中加入记忆驱动模块，以提升报告的专业性和准确性。

该模型基于Python 3.7和PyTorch 1.8构建，在RTX 3090上进行训练，并在印第安纳大学（Indiana University，IU）收集的胸部X光数据集（IU X-Ray）和麻省理工学院（Massachusetts Institute of Technology）联合马萨诸塞州总医院（Massachusetts General Hospital）发布的重症监护X光医疗数据集（MIMIC-CXR）上进行训练和测试，其中IU X-Ray数据集包含7 470张正、侧面胸部X光影像和3 955份影像报告。所有影像均被自动或人工进行标注。MIMIC-CXR中的数据包括来自65 379位患者的377 110张多视角的胸部X光影像和227 827份影像报告，并以14个胸部疾病专业术语作为结构化标签，使用自动标记器根据影像报告文本对X光影像进行标注。每个标签分为未提及（记为“空白”）、正类（记为“1”）、负类（记为“0”）和不确定（记为“-1”）种情况。

使用双语互译质量评估辅助工具（BLEU-n）、生成单词的最长公共子序列的召回率（ROUGE-L）和显式顺序翻译评价指标（METEOR）作为评价指标来评估模型的性能，在IU X-Ray和MIMIC-CXR数据集上分别最高达到0.492、0.379、0.320、0.265、0.407、0.236和0.467、0.358、0.281、0.245、0.382、0.211。ADSC使用的具体步骤如下。

①医生注册与登录；

②填写患者基本信息：包括患者照片、姓名、性别、诊断时间、病史等基础信息；

③导入患者胸部X光影像；

④X光影像预处理：可以对患者的胸部X光医学影像进行翻转、调整亮度等预处理操作，增加诊断的准确性；

⑤疾病诊断并生成报告：使用训练好的mMIRmd模型进行诊断，生成诊断报告，并可以利用Grad Cam模型生成热力图；

⑥医生通过判断修改报告：医生可以通过自己对X光影像的理解与判断，直接在系统中对报告进行修改；

⑦结果处理：可以选择单独保存报告和热力图，也可以将患者的基本信息和诊断结果、热力图保存至存储库中。胸部医学影像报告自动生成系统的使用流程见图1，系统部分界面见图2。

1.2.2 诊断步骤：于2024年4月，在放射科医生因故不在岗期间，研究者请两组全科医生随机接诊呼吸系统疾病患者，根据患者病情需要进行胸部X光影像检查。“全科+AI组”医生在ADSC输入患者基本信息后，上传胸部X光影像，生成AI诊断结果，并结合患者病史、体格检查及AI诊断得出最终诊断结果，记录该组从使用ADSC到得出最终诊断所需时间；对照组直接调阅X光影像结合患者病史、体格检查做出疾病诊断，记录该组从调阅X光影像到得出疾病诊断所用时间。研究者将两组患者X光影像上传区域影像中心进行阅片审核，评估诊断的准确性，并将诊断报告反馈给各组医生。

1.2.3 患者满意度评价：对全科+AI组和对照组患者进行满意度调查，直接询问此次就医过程感受，选项包括非常满意、满意、不满意。

1.2.4 医生使用体验评价：采用自行设计的问卷调查全科医生对ADSC的使用体验，选项包括使用便捷性、诊断决策、专业知识助益、使用可行性、总体满意度、使用意愿等。

1.3 统计学方法

使用统计学软件SPSS 26.0对调查数据进行分析。因本文数据均为正态分布，计数资料采用相对数表示，组间比较采用χ^2检验或Fisher's确切概率法；计量资料用（$\bar{x} \pm s$）表示，组间比较采用t检验，P<0.05表明

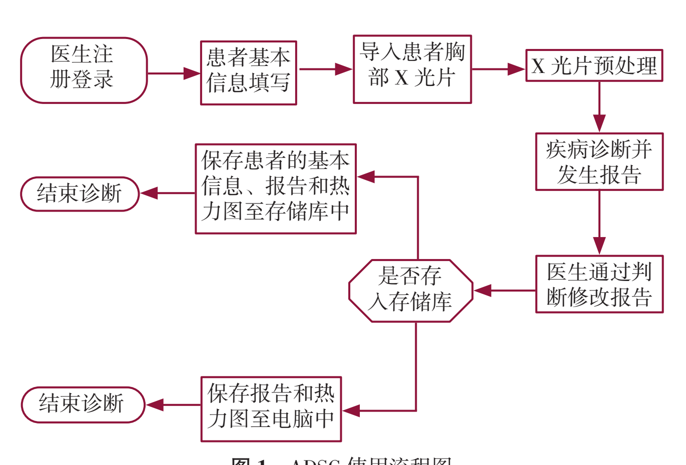
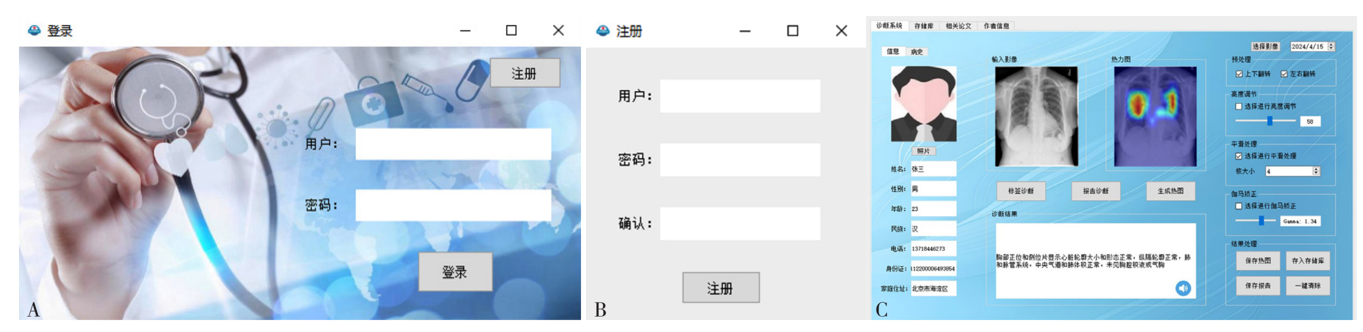


图1 ADSC使用流程图

Figure 1 ADSC usage process diagram



注：A 为系统登陆界面，B 为系统注册界面，C 为系统诊断界面。

图 2 ADSC 部分界面展示

Figure 2 ADSC partial interface display

差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组全科医生和患者的基线资料对比

两组医生的性别、年龄、学历、职称比较，差异无统计学意义（*P*>0.05），见表 1；两组患者的性别、年龄比较，差异无统计学意义（*P*>0.05），见表 2。

2.2 诊断准确性

全科 +AI 组中，诊断结果正确 48 例（96%），诊断错误 2 例（4%）；对照组中，诊断结果正确 36 例（72%），诊断错误 14 例（28%）。两组患者诊断准确率比较，全科 +AI 组诊断准确性高于对照组，差异具有统计学意义（χ^2=9.003，*P*=0.0027）。

2.3 诊断即时性

全科 +AI 组用 ADSC 到得出最终诊断所需时间为（92.47±24.52）s，对照组时间（249.31±56.46）s，两组患者诊断时间如图 3 所示。全科 +AI 明显短于对照组，差异有统计学意义（*t*=13.96，*P*<0.001）。如采用传统流程，通过等待区域影像中心反馈报告的时间为 0.5~4 h。

2.4 患者满意度

全科 +AI 组患者中，对检查非常满意者 31 例，满意者 16 例，不满意者仅 1 例，总体满意度为 98%（49/50）；观察组患者中，对检查非常满意者 24 例，满意者 18 例，不满意者仅 8 例，总体满意度为 84%（42/50），如图 4 所示，全科 +AI 组显著高于对照组（χ^2=4.396，*P*=0.036）。

2.5 全科医生对 ADSC 使用体验评价

由于使用 ADSC 系统的全科 +AI 组医生样本量较少，故培训对照组 8 名全科医生使用 ADSC，共 16 名全科医生参与 ADSC 体验评价，结果 15 名全科医生对 ADSC 使用持肯定态度，≥ 80% 的全科医生认为其在使用便捷性（81.25%）、诊断决策（93.75%）、专业知识助益（87.50%）、应用可行性（87.50%）方面具有意义，93.75% 的全科医生对系统使用感到满意，并愿意继续使用该系统。

表 1 两组医生的资料对比［名（%）］

Table1 Comparison of data between two groups of doctors

组别	例数	性别		年龄		学历		职称	
		男	女	<40 岁	≥ 40 岁	本科生	研究生	中级	高级
全科 +AI 组	8	3（37.5）	5（62.5）	7（87.5）	1（12.5）	4（50.0）	4（50.0）	4（50.0）	4（50.0）
对照组	8	2（25.0）	6（75.0）	3（37.5）	5（62.5）	4（50.0）	4（50.0）	3（37.5）	5（62.5）
P 值		1.000		0.119		1.000		1.000	

注：两组之间各指标比较采用 Fisher's 确切概率法。

表 2 两组患者的资料对比［例（%）］

Table 2 Comparison of data between two groups of patients

组别	例数	性别		年龄			
		男	女	<20 岁	20~39 岁	40~60 岁	>60 岁
全科 +AI 组	50	13（26.0）	37（74.0）	11（22.0）	7（14.0）	12（24.0）	20（40.0）
对照组	50	21（42.0）	29（58.0）	20（40.0）	7（14.0）	8（16.0）	15（30.0）
χ^2 值		2.184		4.127			
P 值		0.139		0.248			

3 讨论

随着科技的的快速发展，人工智能在疾病检出、诊断等方面的准确率不断提升，展现出巨大的应用潜力。

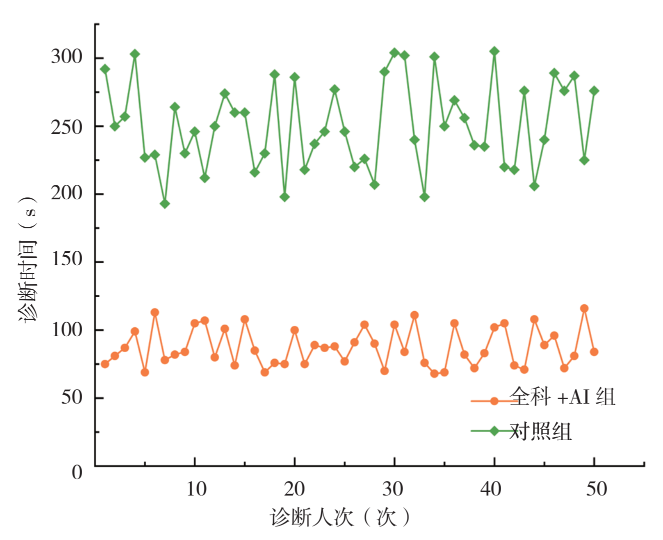


图 3 全科 +AI 组与对照组的诊断及时性对比

Figure 3 Comparison of diagnostic timeliness between general practice+AI group and control group

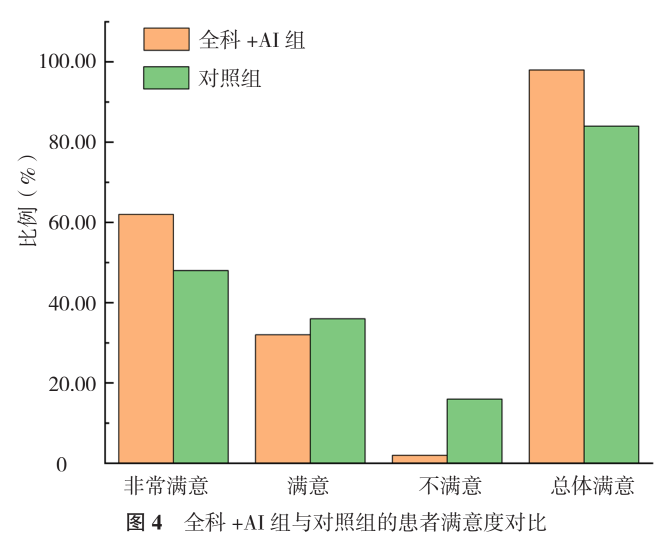


图 4 全科 +AI 组与对照组的患者满意度对比

Figure 4 Comparison of patient satisfaction between the general practice+AI group and the control group

例如，在胸部疾病辅助诊断领域，通过训练复杂的神经网络模型，人工智能能够自动解析医学影像中的关键信息，如病灶位置、大小、形态等，并据此生成准确、详尽的医学影像报告[10-12]，这不仅能提高医疗机构对胸部疾病的诊断效率，还能减少人为因素导致的误差，为医生提供更加可靠、全面的诊断依据[13]。在基层医疗服务体系中，医学影像检查是全科医生进行临床诊断时不可或缺的重要工具。然而在实际工作中，常会面临因放射科医生短缺导致全天候服务难以保证，全科医生在X 光影像解读上的能力局限，以及复杂病例辨识难度大等制约医疗服务质量和效率提升的难题。本研究发现，引入 ADSC 显著增强了全科医生对胸部医学影像的诊断准确性与即时性，明显提升了工作效率，表明其为提升基层医疗机构全科医生诊断能力的一种有效途径，为解决当前医疗服务中的瓶颈问题提供了有力的支持。

本研究结果显示：（1）全科 +AI 组的诊断准确性为 96%，高于对照组的 72%。ADSC 基于深度学习模型进行诊断，能够利用大量训练数据学习专家经验，自动分析影像数据，快速生成诊断报告，有效减少人为错误，显著提高诊断准确性和诊疗结果的一致性。特别是在基层医疗机构中，全科医生对胸部影像的解读能力有限的情况下，ADSC 作为智能辅助诊断工具较好地弥补了这一不足。（2）诊断时间从对照组的（249.31 ± 56.46）s 缩短至全科 +AI 组的（92.47 ± 24.52）s，相较于通过区域影像中心反馈报告的传统流程（0.5~4 h）有大幅减少，表明利用 ADSC 快速诊断疾病，能使患者更快地获取治疗建议或方案，提高整体医疗服务效率，也能够对紧急医疗状况下全科医生的快速决策产生积极影响。（3）患者满意度调查显示，全科 +AI 组患者总体满意度 98%（49/50）高于观察组 84%（42/50），充分证明 ADSC 有利于提升全科医生工作效率，减少患者因等待时间过长而产生的焦虑情绪，提升其对医疗服务的满意度和信任度。（4）通过全科医生对 ADSC 使用体验评价反馈，大多数医生对 ADSC 持积极态度，认为其在便捷性、诊断决策、专业知识助益等方面提供了帮助，提高了医疗服务水平，与国际上医生对于 AI 辅助诊断的积极态度

表 3 全科医生对 ADSC 使用体验［名（%）］

Table 3 General practitioners' experience of using ADSC

条目	是	否
使用便捷性：您认为系统的操作流程是否简单直观，便于日常使用？	13（81.25）	3（18.75）
诊断决策：系统的辅助诊断功能对您的诊断决策是否有帮助？	15（93.75）	1（6.25）
专业知识助益：系统提供的报告内容是否有助于增强您对病例的专业理解和诊断能力？	14（87.50）	2（12.50）
应用可行性：在您的临床实践中，该系统是否具备实际应用的可行性，能够顺利融入现有工作流程？	14（87.50）	2（12.50）
总体满意度：您对使用该系统生成的医学影像报告的总体满意度如何？	15（93.75）	1（6.25）
使用意愿：您是否愿意继续使用该系统？	15（93.75）	1（6.25）

一致[14]。另外，ADSC 还能够提高医疗服务的可达性，使更多患者能够及时获得准确诊断，这对于偏远地区或医疗资源匮乏的地区尤其重要[15]。

从成本效益分析的角度来看，ADSC 在基层医疗机构中的应用具有显著的经济价值。首先，通过提高诊断效率和准确性，ADSC 能够缩短患者等待时间，减少重复检查和误诊率，从而降低医疗成本；其次，ADSC 的使用还能够提高基层医疗机构的诊疗水平和服务质量，吸引更多患者前来就诊，增加医疗机构收入；此外，考虑到 ADSC 的一次性投入成本和后续维护成本相对较低，其在基层医疗机构中的普及和推广具有较高可行性。

随着 AI 技术的不断发展和医疗数据的日益丰富，胸部疾病辅助诊断系统在未来具有广阔的发展前景[16]，但在下述方面尚需进一步优化：（1）需持续收集和分析基层医疗机构的诊断数据，不断优化 ADSC 的算法模型，以提高诊断效率和准确性；（2）需加强计算机科学、医学影像学、临床医学等领域的跨学科合作，共同探索 AI 在医疗诊断中的新应用，推动医疗智能化的发展，为临床诊疗提供更加全面、精准的支持[17]；（3）需注重简化 ADSC 操作流程，提升用户体验；（4）通过用户反馈机制，及时收集并响应医生的意见和建议，不断优化系统功能；（5）在推广 AI 辅助诊断技术的同时，应积极构建相应的伦理与法律框架，确保技术的合法合规使用，保护患者隐私和数据安全。

尽管本研究显示 ADSC 在提升基层医疗机构全科医生诊断能力方面具有显著效果，但仍存在一定的局限性：（1）本文样本量有限，可能影响结果的普遍性和代表性，之后研究需扩大样本量，以应对更加复杂和多样化的病例[18-19]；（2）ADSC 的良好运行要有优秀的硬件、稳定的网络环境及持续维护为基础，需要政策扶持和稳定的资金支持；（3）医疗影像数据属于敏感信息，如何确保数据在传输、存储及处理过程中的安全性，是实施 ADSC 时必须考虑的问题；（4）部分医生可能因对新技术不熟悉或担忧其准确性而持保留态度，需要提高医生对 AI 辅助诊断的信任度；（5）全科医生在使用 AI 辅助诊断工具时，仍需保持对病例的独立思考和判断，避免因过度依赖 AI 而造成误诊、漏诊等情况[20]。

4 小结

综上所述，本研究通过探讨 ADSC 在基层医疗机构中的应用效果，发现其在提高全科医生对疾病诊断准确性、诊断即时性及提高患者满意度方面具有明显优势，全科医生也对其持积极态度，然而基层医疗环境中 AI 系统的实施仍面临诸多挑战，未来研究尚需继续探索 AI 技术在基层医疗中的有效整合和应用。此外，随着政策扶持力度的加大及标准化进程的加快，AI 与医学影像的融合将进一步深化，为临床诊疗带来兼具高效与精准性的诊断内容。未来的 AI 将能有效提高现有诊断模式的效率，使优质资源能够无缝对接至基层，为全科医生提供更加全面的技术支撑，提升基层服务的质量与效率，推动整体服务体系的均衡化、智能化发展。

作者贡献：方俊泽负责提出研究思路，设计研究方案，研究的实施，论文起草与撰写；高怀婷负责研究的实施，数据收集与采集，文章质量的控制与审查，对论文负责；邢素霞、王瑜负责数据统计分析，绘制图表。

本文无利益冲突。

方俊泽 https://orcid.org/0009-0006-9705-8509

参考文献

[1] 陈晓文，汤明玥，杨庆华，等. 人工智能影像诊断技术在基层医院中的应用与思考[J]. 影像研究与医学应用，2022，6(10)：4-6. DOI：10.3969/j.issn.2096-3807.2022.10.002.

[2] PESAPANE F，CODARI M，SARDANELLI F. Artificial intelligence in medical imaging：threat or opportunity? Radiologists again at the forefront of innovation in medicine[J]. EurRadiol Exp，2018，2(1)：35. DOI：10.1186/s41747-018-0061-6.

[3] SHIN H C，ROBERTS K，LU L，et al. Learning to read chest X-rays：recurrent neural cascade model for automated image annotation [C] //Proceedings of 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Las Vegas，USA：IEEE：2016，2497-2506. DOI：10.1109/CVPR.2016.274.

[4] JING B Y，XIE P T，XING E. On the automatic generation of medical imaging reports [C] //Proceedings of the 56th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. Melbourne，Australia：Association for Computational Linguistics：2018，2577-2586. DOI：10.18653/v1/P18-1240.

[5] GALE W，OAKDEN-RAYNER L，CARNEIRO G，et al. Producing radiologist-quality reports for interpretable deep learning [C] // The 16th IEEE International Symposium on Biomedical Imaging. Venice，Italy：IEEE：2019，1275-1279 . DOI：10.1109/ISBI.2019.8759236.

[6] 蒋希，袁奕萱，王雅萍，等. 中国医学影像人工智能 20 年回顾和展望 [J]. 中国图象图形学报，2022，27（03）：655-671. DOI：10. 11834/jig. 211162.

[7] 陈丽，曹红格. 人工智能技术在影像诊断中的应用及展望 [J]. 现代医用影像学，2020，29（01）：19-21. DOI：CNKI：SUN：XDYY.0.2020-01-007.

[8] 陆春吉，郭珉江，张芳源，等. 人工智能在基层医疗卫生领域应用的利益相关者分析[J]. 中国医学科学院学报，2021，43(01)：101-108. DOI：10. 3881/j. issn. 1000-503X. 13118.

[9] 邢素霞，方俊泽，鞠子涵，等. 基于记忆驱动的多模态医学影像报告自动生成研究[J]. 生物医学工程学杂志，2024，41(01)：60-69. DOI：10.7507/1001-5515.202304001.

[10] KISILEV P，SASON E，BARKAN E，et al. Medical image description using multi-task-loss CNN [C] //Proceedings of the 1st International Workshop on Deep Learning in Medical Image Analysis，LABELS：International Workshop on Large-scale

Annotation of Biomedical Data and Expert Label Synthesis. Athens，Greece：Springer：2016，121–129. DOI： 10.1007/978- 3-319-46976-8_13.

［11］WANG Z Y，HAN H W，WANG L，et al. Automated radiographic report generation purely on Transformer：a multicrite ria supervised approach［J］. IEEE Transactions on Medical Imaging，2022，41（10）：2803–2813. DOI：10.1109/TMI.2022.31–71661.

［12］ZENG X，LIAO T，XU L，et al. AERMNet：Attention-enhanced relational memory network for medical image report generation［J］. Computer Methods and Programs in Biomedicine，2024，244，107979. DOI：https://doi.org/10.101 6/j.cmp–b.2023.107979.

［13］WANG Z Y，ZHOU L P，WANG L，et al. A self-boosting framework for automated radiographic report generation［C］// Proceedings of 2021 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. Nashville，USA：IEEE：2021.，2433–2442 . DOI：10.1109/CVPR46437.2021.00246.

［14］ALLEN M R，WEBB S，MANDVI A，et al. Navigating the doctor-patient-AI relationship - a mixed-methods study of physician attitudes toward artificial intelligence in primary care［J］. BMC Prim Care，2024，25（1）：42. DOI：10.1186/s12875-024-02282-y.

［15］刘环，朱世飞，陈法余，等. 人工智能在基层全科医生实践中的应用：基于皮肤病诊断与病程管理的视角［J］. 中国全科医学，2024，27（31）：3884–3889. DOI：10.12114/j.issn.1007–9572.2024.0121.

［16］曹益铭. 多模态数据与知识双驱动的医学诊断报告生成关键技术研究［D］. 济南：山东大学，2023. DOI：10.27272/d.cnki.gshdu.2023.007404.

［17］陈冲，陈俊，夏黎明. 人工智能促进医学影像临床应用与研究［J］. 放射学实践，2024，39（01）：12–16. DOI：10.13609/j.cnki.1000–0313.2024.01.003.

［18］GORDON E R，TRAGER M H，KONTOS D，et al. Ethical considerations for artificial intelligence in dermatology：a scoping review［J］. Br J Dermatol，2024，190（6）：789–797. DOI：10.1093/bjd/ljae040.

［19］BUCK C，DOCTOR E，HENNRICH J，et al. General practitioners' attitudes toward artificial intelligence-enabled systems：interview study［J］. J Med Internet Res，2022，24（1）：e28916. DOI：10.2196/28916.

［20］程齐，欧阳雪晖. 人工智能在影像医学中的实际应用［J］. 分子影像学杂志，2023，46（03）：571–574. DOI：10.12122/j.issn.1674–4500.2023.03.34.

（收稿日期：2024-09-26；修回日期：2025-01-06）
（本文编辑：程圣）